

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25281072

研究課題名(和文) 統合型GHG排出量推計モデルによるアジアにおける気候変動適応型国際航空政策の評価

研究課題名(英文) Integrated GHG emission model for assessing international air transport policies for climate change adaptation in Asia

研究代表者

平田 輝満(hirata, terumitsu)

茨城大学・工学部・准教授

研究者番号：80450766

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではアジア地域を対象に国際航空交通分野におけるGHG排出に関する国際航空政策を評価することを目的に、まず、アジア域内の地理的な特性による地域別の運航効率の差を表現可能なATSシミュレーションモデルの開発を行い、我が国の運航効率上の不利さを燃料消費量から定量的に評価した。また、実際の欠航遅延統計データを活用し、気候変動による気象条件変化がATSに与える影響を評価可能なツールの開発も行った。さらに、アジア・北米間の航空会社の路線設定と国際旅客の経路(空港)選択行動モデルの開発も行い、ATSシミュレーションと統合評価することで、アジア域内の国際航空政策に関して考察を行った。

研究成果の概要(英文)：This study developed the integrated GHG emission model for assessing international air transport policies for climate change adaptation in Asia. First, the ATS simulation model is developed which can evaluate the difference of aircraft operation efficiency among different regions in Asia in terms of fuel consumption. Secondly the statistical model for forecasting the impact of climate change on aircraft operational cancellation is developed. Thirdly the airline route design and air passenger behavior model (route choice behavior model among major Asian hub-airports) is developed based on AHP model. By integrating these model, the we assessed international air transport policies for climate change adaptation in Asia.

研究分野：航空政策，交通工学

キーワード：国際交通 航空交通システム 温室効果ガス 気候変動

1. 研究開始当初の背景

航空機からの温室効果ガス(GHG)の排出は、自動車と比べて総量は少ないものの、全世界では、運輸部門におけるその約13%を占めており2番目に大きい。国際的にも、2010年10月に国際民間航空機関(ICAO)が世界共通の目標として2050年まで年平均2%で燃料効率改善を行うよう定め、今後、市場ベース対策(Market based Measures: MBM)の検討を行うことを明確にしている。今後、世界共通のルールづくりに向けて、MBMの具体検討や、開発途上国が合意可能な連携的施策のあり方など、様々な構想が検討されると予想される。航空機に対しては代替燃料の開発・実用化には長期を要することも予想され、特にアジア地域では、今後航空需要の大幅な増加が予想されることから、対応策の検討とそのための制度設計が早急に必要とされている。一方で、我が国の地理的な特徴から、国際航空の大幹線であるアジア北米間の航空経路が我が国上空を通過し、この交通量が今後も大きく増加することが予想される。これにより我が国の発着便が上空通過機に飛行効率の良い高高度を先取され、相対的に燃費が悪く(CO₂消費が多く)なることが懸念される。このような航空交通システム上の特性も十分に踏まえた国際航空政策と制度設計を行うことが重要である。

2. 研究の目的

アジア地域の地理的特性を考慮し、効果的に航空分野のGHG削減を達成するため国際航空政策を検討、評価することを目的とする。そのために、航空交通システム、航空企業行動、航空需要といった各視点から、航空からのGHG排出メカニズムと特性を分析し、それらの成果を統合することで、気候変動に対する複合的な国際航空政策を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

研究の方法は大きく以下の4点に分けられる。(1) 我が国を含むアジア地域の航空交通流に関して、特に上空通過機による飛行効率への影響を評価可能なシミュレーションシステムを開発し、交通量増加や交通運用政策の影響を分析・評価する。(2) 空港の遅延欠航に関する統計データから気象条件が航空機の運航に与える影響を解析し、気候変動による航空交通システムの脆弱性評価を行う。(3) アジア北米間の航空企業による路線設定と旅客の経路選択(トランジット空港選択)行動をモデル化し、アジア地域内の空港間競争を評価する。(4) 以上の成果を統合し、アジア地域におけるGHG排出に関する国際航空政策に関して考察を行う。

4. 研究成果

(1) アジア地域における航空交通流シミ

ユレーションの開発と政策評価

上空通過機の実態分析

近年、航空交通量増加に伴って上空通過機数も増加しており、上空通過機問題が懸念されており、将来的にはさらに大きな問題となる可能性もある。上空通過機問題とは、日本発機が計画していた飛行高度を上空通過機によって先取されてしまう問題で、希望高度での飛行が許可されない場合は、希望高度よりも低い高度をリクエストし直すか、希望高度を取得できる時刻まで出発遅延を行う必要がある。そこで、WEBで公開されている飛行軌跡データから上空通過機と日本発機の飛行高度差異を検証し、上空通過機問題の実態を把握した。

使用データはFlightAwareと呼ばれるWebsiteから入手した飛行軌跡のログデータであるが、ADS-Bデータを受信できる範囲ではADS-B搭載機のみ表示されるため、入手できるデータは国際線の場合8割程度の機数分であるため、あくまでサンプルデータで飛行機間のコンフリクトを分析するには限界もある点に注意が必要である。

航空機の重量や飛行性能によって最適飛行高度は変化するため、日本発機と上空通過機の飛行高度差異を純粋に検証するためには、使用機材や行き先(飛行距離に応じて搭載燃料重量が変化)の影響をコントロールする必要がある。従って離着陸空港を予め設定した上で、到着空港が同じ、かつ使用機材も同じ上空通過機と日本発機の飛行高度について分析を行う。比較的該当する機が多く抽出できたジョン・F・ケネディ国際空港行き便について高度分析を行った結果(使用機材は全てボーイング777型機であり、対象とできた便数は、上空通過機、日本発機合わせて4機)、洋上空域への入域点(以下CP: Conflict Point)における平均高度で上空通過機は約32000ft、日本発機は約31000ftを飛行しており(1%有意差)、目的地、使用機材が同じであれば同じ地点での希望高度も同じになる傾向があるはずであるため、対象とした地点では日本発機の方が上空通過機よりも低高度飛行を強いられている傾向が示唆されていることになる。次に同時時間帯に飛行する機(機材は統一できない)で同様に飛行高度を比較したところ、同様の傾向が確認されたが、いずれの方法においても全数データではないため、使用するには限界があり、そのためシミュレーションによる分析が必要である。

モンテカルロ・シミュレーションを用いた上空通過機と日本発機のコンフリクト分析

今回開発したシミュレーションでは、関東東セクターを担当する管制官が行う高度指示や出発遅延を再現し、発生するコンフリクト回数や、変更後の高度および遅延時間を算出することができる。具体的には、アジアの

各空港から北米へ向かうフライトの離陸時刻と離陸から CP までの所要時間やタキシング時間、上空通過機の CP 通過高度などを実績データの統計から確率的に乱数で与えることで、CP におけるコンフリクト状況を簡易に再現し、CP におけるコンフリクト処理は、実際に作業を行っている管制官へのヒアリング調査をもとに高度調整および出発時刻調整アルゴリズムを組み込むことで、関東東セクター内で行われる高度調整や出発遅延を再現した。シミュレーション分析では、基本としてはコンフリクト回避の方法として高度変更（総損失高度を計算）、もしくは出発遅延（総損失時間を計算）の2種類を確率的に選択した。ただし、いずれも最低管制間隔は15分で、また、コンフリクト時の高度変更と出発遅延の選択確率は共に50%とした場合（図中では ALT50% - Time50% と記載）を基本としている。

シミュレーションを用いて評価を行うシナリオとして、航空交通量の増加（国土交通省による2022年将来予測値）および最新機材の増加を設定した。各シナリオにおけるシミュレーション結果から得られた飛行高度分布および一日当たりの総損失高度（機・ft/日）、総損失時間（機・h/日）をそれぞれ図1、図2に示す。交通量を需要予測値まで増加させた場合、現在比で総損失高度平均値は約4.1倍増加することが確認された。これは一機あたりに換算すると、本来の希望高度より約1600ft下を飛行している計算となり、この損失高度が太平洋上空域で継続する可能性も考慮すると今後大きな問題となる可能性が考えられる。また、総損失時間についても同様に算出すると、現在比で約4.3倍増加することが確認された。一機あたりに換算すると、約23分の遅延が発生している計算となり、定時性を重要視する航空会社にとっても大きな遅延であると考えられる。なお、日本発機および上空通過機交通量を2022年需要予測値まで拡大させた場合、希望高度で飛行可能な日本発機数は全体の約58%であり、これは現状交通量の場合の78%と比べて相当程度低くなる。

次に、高度変更と出発遅延の選択確率および最低管制間隔の変更によって、損失高度・遅延時間がどう変化するかと、今後の管制手法の改善（レーダー間隔による航空機間隔の短縮）の効果を考察した。分析の結果、管制間隔15分の場合、高度変更と出発遅延の選択確率に応じて損失高度と遅延時間が僅かではあるが変化しており、高度変更および出発遅延の確率を75%から25%まで減少させた場合、一機当たりの平均損失高度は約2%、平均遅延時間は約5%減少しており、遅延時間の方がより敏感に反応していることが分かった。また一日当たりの総損失高度および総損失時間で比較した場合、損失高度は約67%、平均遅延時間は約69%減少しており、こちらも一機当たりでみた場合と同様遅延時間の

方が影響が大きかった。従って、コンフリクト回避の策として高度変更を選択した方が、損失の影響を受けにくいことが明らかとなった。

続いて、選択確率が「ALT50% - Time50%」の場合について、管制間隔15分と30NMで比較を行う。管制間隔が短くなることによって、損失高度は約17%減少しているのに対し、遅延時間は約84%も減少している。従って、当然ではあるものの、出発遅延による影響を小さくする策として、管制間隔の短縮は非常に有効であることが示唆された。

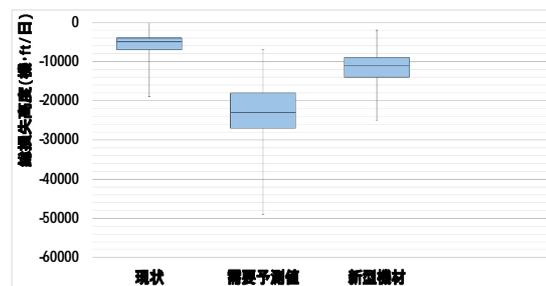


図1 各シナリオにおける総損失高度（間隔15分，ALT50% - Time50%）

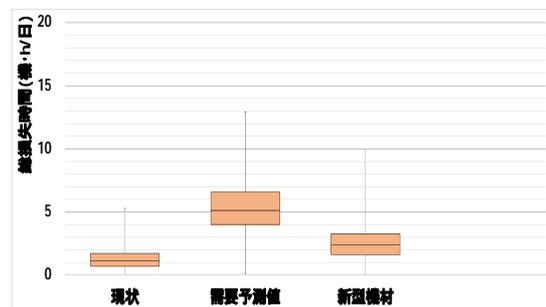


図2 各シナリオにおける総損失時間（間隔15分，ALT50% - Time50%）

CO2 排出量への影響分析

飛行高度による燃料消費量は、EUROCONTROL(欧州航空航法安全機構)のBase of Aircraft Data (BADA)を使用して算出し、総損失消費燃料を算出する際は、高度が1000ft下がる毎に燃料消費量は0.05(kg/s)増加するものと仮定した。加えて、今回の考察では分析を単純化するためステップアップは考慮せず、アジア-北米間の洋上における上空通過機と日本発機の路線別の経路重複率に着目して、洋上飛行における損失高度分だけ低高度を飛行するものとしている。洋上の経路重複率の分析には、東経150°~230°(西経表示を東経表示に変更)までの5°ごとの計17点で、同目的地空港へ飛行する日本発機と韓国発機、中国発機それぞれの飛行軌跡データの緯度を比較した。その結果、例えばニューヨーク行きの日本発機と上空通過機の重複率は約90日間の平均で20.8%であった。分析より得た各シナリオにおける総損失高度を基に総損失燃料量CO2換算値を算出した結果、現状交通量の場合、総損失消

費燃料中央値 CO2 換算は 3.43 (機・t-CO2/日)となった。さらに将来需要予測値の場合、総損失消費燃料中央値 CO2 換算は 15.8 (機・t-CO2/日)まで増加しており、これは現状交通量の場合の約 4.6 倍である。高度 33000ft を飛行する場合の CO2 排出量は 268 (t-CO2) であるのに対し、高度 28000ft で飛行した場合、CO2 排出量は 297 (t-CO2) に増加した。これは、高度 33000ft で飛行した場合と比較して約 1.1 倍の値である。また、前述の洋上飛行での重複率を考慮した総損失消費燃料およびそれを CO2 換算したものから、排出量取引を考慮したニューヨーク行き日本発機一機当たりの年間総損失コストを算出した。排出量取引には世界最大規模である EU-ETS を基に、「現状」の年間 CO2 換算値の 85%を無料排出枠とし、超過分を金額負担とした。計算には 1\$=120 円、1€=130 円、燃料費は 1 バレル当たり 57\$、排出量取引コストは 1t-CO2 当たり 5.7€)を使用した。一方で現在の燃料費、排出量取引価格は過去のものと比較すると非常に安価である。また洋上での重複率も、上空通過機数が増加するにしたがって高くなっていくと考えられる。そこで過去の燃料費、排出量取引価格の既存の検討状況を参考に燃料費は 1 バレル当たり 150\$, 排出量取引コストは 1t-CO2 当たり 10€, 重複率を上空通過機数増加の予測に合わせ 1.8 倍にしたものを将来予測として合わせて算出し、それぞれの結果を比較した結果、現状、需要予測値ともに航空会社の運営に大きな影響を与えるものではないことが示されたが、燃料費や排出量取引価格の単価が上昇した場合には、上空通過機による日本発機の 1 機あたりコスト増加が年間平均で 1000 万円を超え、航空会社の経営上、無視できないコスト増加であることが示された。

(2) 気象条件が航空機の運航に与える影響に関する分析と気候変動による航空交通システムの脆弱性評価

長期的な気候変動が航空に与える影響について整理を行い、日本の航空を対象として、どのような気象条件が航空の遅延・欠航などを発生させているかを明らかにすることを目的として分析を行った。分析には、航空交通データとして、就航率改善調査運航記録原簿データ、気象データとして、気象庁のアメダスによる観測値を使用した。就航率改善調査運航記録原簿データは、平成 22 年度、平成 23 年度の 2 年分の運航を分析の対象とした。対象空港は全国 78 の空港とした。航空交通データは、各空港に発着した航空機の属性、発着日時、遅延・欠航した際の原因で構成されている。気象データは、全国のアメダス観測地点で記録された 1 時間毎の気象値であり、気温、降水量、風向風速から構成されている。観測地点は全国に 1300 箇所存在し、各空港にも設置されている。一部設置されていない空港に関しては最も近い観測地点の

値を使用した。

分析の結果、平成 22 年では機材繰りの総数 4231 便のうち 602 便 (14.2%)、平成 23 年では 5325 便のうち 289 便 (5.4%) に天候の影響が確認できた。欠航便の全体比では平成 22 年度で 21.4%、平成 23 年度で 29.4%が少なくとも悪天候の影響で欠航している結果となった。また、欠航便のうち出発地・目的地の天候不良により欠航した便を対象に航空機発着時の気象条件について検討を行った。降水量に関しては増加すると共に欠航率が上昇し、1 時間雨量が 15mm を超えると欠航率が 2%に達した。風速に関しても風速 15m/s を超えると欠航率が増加し始め 20m/s 以上では半数以上が欠航していた。また、風向きに関しては、各空港滑走路の向きと風向きとの差をとり、前後方向、斜め方向、横方向の 3 方向で風速ごとに集計を行ったところ、どの方向においても風速が上がるごとに欠航率は上昇するが、風速ごとに見てみると風速 5m/s 以上では、正面、斜め方向よりも横風のほうが欠航率が高くなっており、横風の影響が見て取れた。

最後に、気象の影響を受け欠航便が発生する条件について定量的に明らかにする目的から、欠航便の発生を被説明変数とするロジットモデルの推定を行った。被説明変数は、出発地天候不良による欠航便の発生を表すダミー変数と、目的地天候不良における同ダミー変数である。モデルの推計結果からは、降水量、風速の増加が欠航便の発生する確率を高めることとなった。また、風向きに関する係数を見ると、平成 23 年出発地天候不良を除き大きいほうから横方向、正面、斜め方向の順となっており、強い横風の影響を受けやすいことが示された。出発地天候不良が原因であるものと目的地天候不良が原因であるものを比較すると目的地天候不良が原因となっているものの方が相対的に精度が低くなっており、これは目的地が天候不良である場合、欠航の可否を判断する時間と目的地の気象情報が与えられる時間の間のタイムラグがより大きいためであると考えられた。以上で開発したモデルは気候変動による気象条件変化が航空交通システムに与える影響を一定程度予測するツールの基礎として活用が可能である。

(3) アジア 北米間の航空企業による路線設定と旅客の経路選択 (トランジット空港選択) 行動のモデル化とアジア地域内での空港間競争の評価

都市間で 14 時間以上を要する長距離フライトの場合、直行便は運航されていないため、ハブ空港で乗り継ぐ必要がある。東南アジア = 北米間では東アジアのハブ空港で乗り継ぐのが一般的であり、成田空港、ソウルの仁川空港、台北の桃園空港、香港空港の 4 空港が乗継空港として互いに競争している。そこで本研究では、近年航空旅客の行動データが

整備された状況を踏まえ、乗継旅客数による競争の実態を分析した。また、乗継空港旅客を対象にインタビュー調査を実施し、AHP(階層化意思決定法)を用いて、乗継経路選択において重視する要因を明らかにした。

まず、2012年に利用開始されたSabreデータを解析し、東南・南アジア=北米間の乗継旅客数を路線別・空港別に明らかにした。その結果、2004年は成田空港が約42万人と最大だったものの、2009年には桃園空港が約51万人と急増して最大となり、2014年は約61万人とさらに増加した。2014年は次いで仁川空港が約39万人、成田空港が約38万人、香港空港が約32万人と続いた。なお、地球を逆回りする乗継旅客も近年増加しており、2014年で欧州空港経由は約21万人、中東空港経由は約15万人であった。2004年には中東経由の旅客数はほぼゼロであったことを鑑みると、国際線を乗り継ぐハブ空港として大きく台頭していることがわかる。

AHPによる乗継経路選択要因の階層構造は、従来研究や専門家の意見を参照し、主段階を空港、フライト、航空会社の3要因とした。また副段階として、空港の下に「乗継プロセス・乗継施設・トランジットツアー・スタッフサービス・ショッピング/レストラン」を、フライトの下に「運賃・トランジット時間・総旅行時間・出発到着時間・航空機タイプ」を、航空会社の下に「安全性・スタッフサービス・フライトサービス・マイループログラム・便数」を、それぞれ5つ設定した。成田空港にて、東南アジア=北米間フライトをこれまで経験済みのある旅客を対象に調査を実施し、業務・観光・VFR(Visiting Friends and Relatives)の旅行目的別に、一対比較表の結果をそれぞれ約30回答ずつ得た。このデータを用いた推定結果を表1に示す。主段階では、業務は航空会社を最も重視している一方、観光・VFRはフライトを最も重視している。空港はどの旅行目的でも重要性は決して高くはないものの、業務やVFRでは20%強であり低すぎる訳ではない。副段階を含めた総合評価では、どの旅行目的でも安全性が最も重視されており、その次に業務は総旅行時間、観光は運賃、VFRは総旅行時間と運賃がほぼ同程度となった。また、ショッピング/レストランが、トランジットツアーに次いで低い評価となった。

表1 AHP 評価結果

	業務		観光		VFR	
	段階別	総合	段階別	総合	段階別	総合
空港	0.213		0.168		0.254	
1)乗継プロセス	0.297	0.063	0.378	0.064	0.341	0.087
2)乗継施設	0.248	0.053	0.238	0.040	0.174	0.044
3)トランジットツアー	0.086	0.018	0.070	0.012	0.082	0.021
4)スタッフサービス	0.236	0.050	0.187	0.031	0.252	0.064
5)ショッピング/レストラン	0.133	0.028	0.127	0.021	0.151	0.038
フライト	0.364		0.462		0.423	
1)運賃	0.269	0.098	0.362	0.167	0.272	0.115
2)トランジット時間	0.164	0.060	0.130	0.060	0.191	0.081
3)総旅行時間	0.302	0.110	0.261	0.121	0.275	0.116
4)出発到着時間	0.188	0.068	0.181	0.084	0.178	0.075
5)航空機タイプ	0.077	0.028	0.066	0.030	0.084	0.036
航空会社	0.423		0.370		0.323	
1)安全性	0.360	0.152	0.363	0.134	0.445	0.144
2)スタッフサービス	0.175	0.074	0.163	0.060	0.169	0.055
3)フライトサービス	0.167	0.071	0.248	0.092	0.189	0.061
4)マイループログラム	0.170	0.072	0.116	0.043	0.106	0.034
5)便数	0.128	0.054	0.110	0.041	0.091	0.029

(4) アジア地域における GHG 排出に関する国際航空政策の評価

本研究において開発したアジア-北米間の航空交通システムのシミュレーションモデルから得られる国際的な地理条件を考慮した地域別の運航効率・燃料消費・CO2 排出と、アジア 北米間の航空会社の路線設定と国際旅客の経路(空港)選択行動モデルを統合すると、今後のアジア地域の航空需要変化に依りて、地域別のCO2 排出量や運航コストにどのような変化が生じ、GHG 排出削減のための排出量取引制度による追加的コストがどの程度になるかがシミュレーション可能となる。例えば、今回試算した将来の航空需要予測を前提とした我が国発着国際航空路線の運航コスト増加は、排出量取引制度のコストも加味すると、決して無視できない程度のコスト増加量となることが示唆されたが、一方で、そのコストを仮に運賃に反映させると仮定して、別途開発したAHPによる需要推定モデルで我が国発着路線(成田トランジット路線)の需要への影響を試算すると、その影響は軽微であることが示されたが、より運賃感度の高い旅客層が増加すれば、その影響は大きくなるし、排出量取引コストや燃料コストが増加すれば、さらに無視できないコスト増となるため、そうなるとアジア域内で同一の排出量取引制度を開始すれば、航空交通システムの運航効率上、地理的に不利な我が国にとっては、空港の国際競争力に影響する可能性も示唆される。前述のとおり、航空交通システムの容量拡大によりその影響がかなり軽減できることも示されたが、それとともに、限られた空域・航空路容量を各航空機に配分する際に、現在の早い者勝ちの仕組みではなく、運航効率からみた国際的に公平性が一定程度保てる交通流管理や排出量取引制度の設計が必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

Yuto Shiraishi, Terumitsu HIRATA: Analysis of the Impact of Abandoned Direct Air Routes on Inter-regional Passenger Travel Flows in Japan, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11,pp.2333-2346, 2015, 査読有。
花岡伸也, 工藤竜平: 国内航空貨物輸送量の変動要因分析, 海運経済研究, No.49, pp.61-70, 2015, 査読有。
栗原 剛, 平田 輝満, 高田 陽介, 林 泰三, 三崎 秀信: 羽田空港国際化前後の空港選択行動変化に関する実態分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.70, No.5 (土木計画学研究・論文集第 30

巻), I_915-I_922, 2014. 査読有.

〔学会発表〕(計 13 件)

平田輝満, 坂下文規: 航空交通システムにおける交通流制御の現状と将来計画, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, 2016, 札幌市.

鶴岡興治, 平田輝満, 屋井鉄雄: 飛行軌跡データを用いた混雑空域における管制指示に関する分析, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, 2016, 札幌市.
木下隼斗, 阪本真, 屋井鉄雄: 管制指示情報のデータ化によるターミナル空域の容量分析, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, 2016, 札幌市.

花岡伸也, 康書陽: 大陸間フライトにおけるアジアのハブ空港トランジット選択, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, 2016, 札幌市.

関本稀美, 室町泰徳: 気象が航空に与える影響に関する研究, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, 2016, 札幌市.
Hanaoka, S., Kang, S. and Tsukai, M.: Passenger characteristics and their mode choice between air transport and high speed rail in China, 18th World Conference of Air Transport Research Society (ATRS2014), 2014, Bordeaux(France).

Hayato KINOSHITA, Terumitsu HIRATA: Simulation Analysis of Conflict between International Departure Flight from Japan and Overflights, Proceedings of the 18th Air Transport Research Society world conference, 2014, Bordeaux(France).

木下隼人, 平田輝満: 我が国からの国際線出発機と上空通過機のコンフリクト分析, 第 52 回飛行機シンポジウム, CD-ROM, 2014, 松山市.

木下隼人, 平田輝満: 我が国からの国際線出発機と上空通過機のコンフリクト分析, 第 50 回土木計画学研究発表会・講演集, 2014, 鳥取市.

平田輝満: 部分従属運用の平行滑走路の容量と遅延時間の推計手法に関する考察, 第 48 回土木計画学研究発表会・講演集, 2013, 大阪市.

福田剛之, 福田大輔, 花岡伸也, 坂下文規: 首都圏における航空旅客の空港-アクセス手段同時選択行動の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, 2013, 大阪市.

Onishi, M. and Hanaoka, S.: Ownership structure of multiple airports and economic efficiency, 17th World Conference of Air Transport Research Society (ATRS 2013), 2013, Bergamo(Italy).

Fukuda, T., Fukuda, D. and Hanaoka,

S.: Access mode choice behaviour in multiple airport region: The case in Tokyo metropolitan area, 17th World Conference of Air Transport Research Society (ATRS2013), 2013, Bergamo(Italy).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平田 輝満 (HIRATA, Terumitsu)

茨城大学・工学部・准教授

研究者番号: 80450766

(2) 研究分担者

屋井 鉄雄 (YAI, Tetsuo)

東京工業大学・総合理工学研究科・教授

研究者番号: 10182289

室町 康徳 (MUROMACHI, Yasunori)

東京工業大学・総合理工学研究科・准教授

研究者番号: 40251350

福田 大輔 (FUKUDA, Daisuke)

東京工業大学・理工学研究科・准教授

研究者番号: 70334539

花岡 伸也 (HANAOKA, Shinya)

東京工業大学・理工学研究科・准教授

研究者番号: 90467027